

## PLASMA TREATMENT DEVICE

Publication number: JP6104096

Publication date: 1994-04-15

Inventor: KAJI TETSUNORI; WATANABE KATSUYA; WATANABE SEIICHI

Applicant: HITACHI LTD

Classification:

- International: C23F4/00; H01L21/302; H01L21/3065; H05H1/46; C23F4/00; H01L21/02; H05H1/46; (IPC1-7): H05H1/46; C23F4/00; H01L21/302

- European:

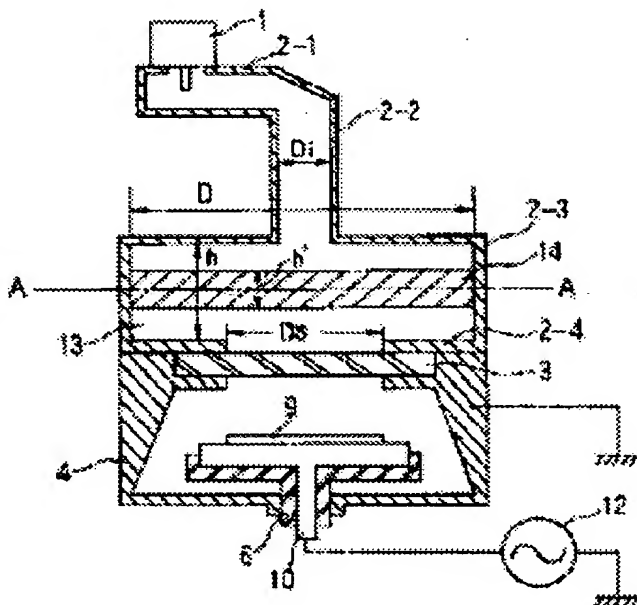
Application number: JP19920249576 19920918

Priority number(s): JP19920249576 19920918

Report a data error here

## Abstract of JP6104096

**PURPOSE:** To provide a stable and strong plasma when a pipe diameter is large by commonly using a cavity resonator and a mode filter, thereby enhancing the reduction of mode selecting function when the tube diameter of the cavity resonator is increased by the mode filter. **CONSTITUTION:** An electromagnetic wave generated by a high frequency source 1 is inputted to a cavity resonator 14 formed by a circular waveguide 2-3 with large aperture and a bored metal plate 2-4 through a rectangular waveguide 201 and a rectangular circular converting waveguide 202. A mode filter 14 for selectively passing a desired mode is built in the cavity resonator 13, the output of the cavity resonator 13 is inputted to an airtight vessel 4 through a quartz plate 3 to generate a plasma, and a sample 9 is stably treated at high speed with good anisotropy by an AC generator 12 added to a sample base 10.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 5 H 1/46

C 2 3 F 4/00

H 0 1 L 21/302

## 識別記号

庁内整理番号

9014-2G

D 8414-4K

B 9277-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-249576

(22)出願日 平成4年(1992)9月18日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 加治 哲徳

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会  
社日立製作所笠戸工場内

(72)発明者 渡辺 克哉

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会  
社日立製作所笠戸工場内

(72)発明者 渡辺 成一

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(74)代理人 弁理士 高田 幸彦

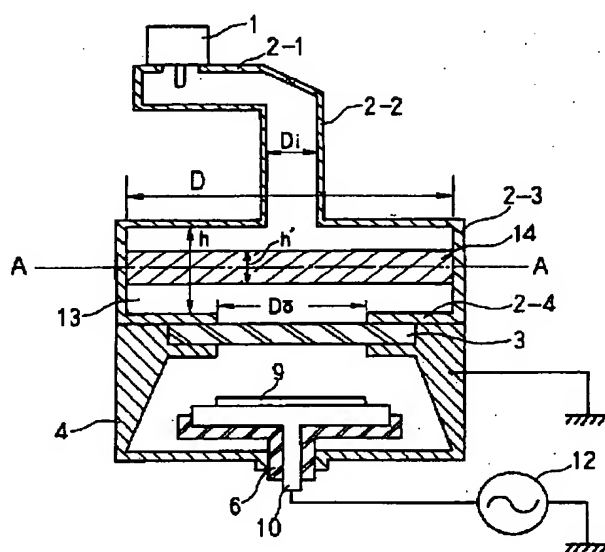
(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置

## (57)【要約】

【構成】高周波源1で発生した電磁波は、矩形導波管2-1、矩形円形変換導波管2-2を経て、大口径の円形導波管2-3と穴付金属板2-4とで形成される、空洞共振器13に入力される。空洞共振器13中には、所望のモードを選択的に通過させるモードフィルタ14を内蔵させる空洞共振器13の出力は、石英板3を経て気密容器4に入力され、プラズマを発生させ、試料台10に加わる交流発生器12により異方性良く安定でかつ高速に試料9を処理する。

【効果】空洞共振器とモードフィルタを共用することにより、空洞共振器の管径が大きくなった場合のモード選択機能の低下を、モードフィルタにより強化することにより、管径が大きい場合にも安定で強いプラズマを作ることができる。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 低圧のガス又はガス状混合物を内部に蓄える気密容器と、該気密容器内にガスを導入する手段及び該気密容器内からガスを排出する手段と、高周波を発生させる高周波発生器と、高周波発生器と該気密容器間に高周波電力を伝達する高周波導入手段と、前記気密容器内に設置された試料を保持するための試料台と、前記高周波導入手段の一部もしくは、前記気密容器内に高周波を共振させるための空洞共振器とを有し、前記気密容器内にプラズマを生成させる様構成されたプラズマ処理装置において、少なくとも2つの電磁界モードに対して高周波の通過率が異なるモードフィルタを前記空洞共振器内に設置したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 前記空洞共振器の径が、自由空間中での高周波の波長の2倍以上であることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 前記空洞共振器は、高周波を入力する第1のポートと、高周波を出力する第2のポートとを該空洞共振器が有し、主なる高周波の伝達方向に対して垂直な該空洞共振器の断面積が、第1のポートの断面積及び第2のポートの断面積より大きいことを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体素子等の製造時の各種膜の成膜やエッチング等に使用される高周波を用いたプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体素子の高密度化を試料の大口径化に伴い、大面積の試料を微細加工する要求がますます増大している。マイクロ波を用いたプラズマ処理方法は、低ガス圧で高密度のプラズマを生成でき、イオン流の指向性に優れ、異方性処理が可能となる利点があり、半導体集積回路の製造への適用が進められている。図8は、特開平04-133322号公報に掲載されているマイクロ波を用いた従来のプラズマ処理装置の縦断面模式図である。図8において、1はマイクロ波発生器、2はマイクロ波導入手段、3はマイクロ波導入用の石英板、4は金属容器、5はガス導入手段、6は絶縁体、7は排気手段、8はコイル、9は試料、10は試料台、12は交流発生器である。

【0003】 図8では、マイクロ波導入手段2として矩形導波管2-1、矩形-円形変換導波管2-2及び、円形導波管2-3からなり、金属容器4として放電ブロック4-1、及び容器4-2からなる場合を例示している。円形導波管2-3と石英板3、放電ブロック4-1とで囲まれた空間は、空洞共振器13を形成しており、マイクロ波発生器1から発生したマイクロ波中の所望のモードのみに共振し、石英板3を介して、所望のマイクロ波をプラズマ中に投入する役目を行っている。

【0004】 石英板3と、放電ブロック4-1と、容器4-2とにより気密容器が構成され、ガス導入手段5及び、排気手段7により所定のガスを所定の圧力に設定しながらガスを流す、マイクロ波発生器1から発生したマイクロ波は、導波管等のマイクロ波導入手段2と石英板3を経由して気密容器4内に入力される。コイル8の磁界とマイクロ波との相互作用であるサイクロトロン共鳴( Electron Cyclotron Resonance, ECR と略す)現象により、気密容器内のガスは効率良くプラズマ化される。プラズマ化されたイオン類は、試料台10と、容器4-2ないしは放電ブロック4-1との間に加えられた交流により引き付けられ、試料面に方向性良く印加される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 図8で示した上記従来技術は、空洞共振器13は、その高さhを変化することにより、共振するモードを選択することができる。すなわちマイクロ波の伝搬モード毎に管内波長入gが対応しており、高さhとして伝搬モードの管内波長入gの半分の整数倍近くに設定することにより、共振させることができる。

【0006】 図9に円形導波管の各モードに対して、空洞共振器の管径Dと、管内波長入gの関係を示す。図9では、周波数として2.45GHzの場合を示している。管径Dが大きくなると各モードの管内波長入gの差は急激に減少する。例えば、管径D=150mmの時の管内波長入gは、139.5mm(TE11モード)、156.8mm(TM01モード)、201.1mm(TE21モード)、一方、管径D=400mmの時の管内波長入gは、124.5mm(TE11モード)、126.0mm(TM01モード)、128.3mm(TE21モード)である。

【0007】 管径がD=150mmとD=400mmの場合で、TE11モードとTM01モードの管内波長の差は17.5mmから、その1/12の1.5mmに減少し、またTM01モードとTE21モードの管内波長の差は44.3mmから、その1/26の1.7mmに大幅に減少している。試料が大口径化するに伴い、空洞共振器13の直径Dは大きくなっていくが、それに伴いモード間の管内波長入gの差が激減する。モード間の管内波長入gの差が少なくなると、空洞共振器13の高さhのみでモードの選択を行うのは非常に困難になる。空洞共振器13の励起方法によっても、各モード発生の確率は変化させることができるが、プラズマ処理装置ではプラズマ状態が一般に変動するためこれも空洞共振器13に影響を与え、他のモードが混入しやすい傾向にある。また、マイクロ波発生源としてよく使用されるマグネトロンは、その発振周波数が1%程度変化する性質がある。

【0008】 上記従来技術は、空洞共振器13の径Dが自由空間波長入の2倍程度以上になると、空洞共振器13の高さhの設定のみで所要モードのみを選択すること

は、極めて困難となる。一方、試料の大口径化に伴い、試料のプラズマ処理を均一化するためには、空洞共振器の径は大きくなっていく。本発明の目的は、所定のプラズマモードの選択を安定して行え、プラズマ処理の安定化、均一化、高速化が可能となるプラズマ処理装置を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した問題点を解決するため、図11に示す様にモードの通過率が他のモードの通過率より良くなる様なモードパスフィルタ14を空洞共振器13内に設置したものである。なお、ここでいう空洞共振器13とは、図10に例示する様に電磁波を入力する第1のポートと、電磁波を出力する第2のポートを有し、電磁波の主なる伝達方向に垂直な空洞共振器の断面積 $S$ が、第1ポートの断面積( $S_1$ )ならびに第2ポートの断面積( $S_2$ )より小さいものを対象としている。図12に例示する様に第1ポートや第2ポートが複数の部分に分割されている場合には、上記第1/第2ポートの断面積とは分割された複数部分の断面積の合計を表わす。

#### 【0010】

【作用】空洞共振器内にモードパスフィルタを設置することにより、空洞共振器の管径が大きくなっても、所定のモードを安定に選択することが可能になる。電磁界強度を強める空洞共振器の性質と、所定のモードを安定に選択するモードフィルタの作用とにより、空洞共振器の負荷となるプラズマが変動しても、安定に強いプラズマの発生可能となる。

【0011】これまでは、空洞共振器を大気中に設置することを念頭において述べてきたが、ガス中ないしはプラズマ中にモードパスフィルタを設置する場合も同じ効果が期待できることはもちろんである。また、電磁波としてはマイクロ波に限定されるものでなく、一般的に高周波に対して適用できることはもちろんである。

#### 【0012】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1及び図2により説明する。図1及び図2において、マグネトロン1により、2.45GHzのマイクロ波を発生させ、矩形導波管2-1、矩形-円形変換導波管2-2を経て、直径が $D$ の円形導波管2-3と、穴付金属板2-4で構成される空洞共振器13に入力される。空洞共振器13中には、モードフィルタ14が設置され、TE12モードを選択する構成となっている。空洞共振器13とモードフィルタ14とにより、TE12モードの電磁界が強くなり、その中心付近の電磁界(TE11モードの電磁界に近い)は、石英板3を経て気密容器4内に投入され、安定で強いプラズマが励起する。空洞共振器13の直径 $D$ として400mmの時、その高さ $h$ は、管内波長入 $g=143.3$ mmの約半分の72mm程度に設定し、モードフィルタ14の高さ $h'$ は( $h/4$ )=36mm程度に設定する。モ

ードフィルタ14は、TE12モードの電界にほぼ垂直になる様金属板を設置する。空洞共振器13の出力ポートの直径 $D_0$ は、小さくすると試料9の処理の均一性が悪くなり、大きくすると空洞共振作用が弱くなる。 $D_0/D$ としては、0.6~0.9の時安定で強いプラズマが励起され、試料9の処理も均一に近い特性が得られた。

【0013】空洞共振器13でTE11モードを選択する場合のモードフィルタ14の例を図3に示す。この場合も図1の場合と同様に、TE11モードの電界にほぼ垂直な金属板を設置する。なお、図1でAの部分は、混入しやすいTM11モードを排除するための部分である。空洞共振器13の直径 $D$ として400mmの時、その高さ $h$ は管内波長入 $g=124.5$ mmの約半分の62mm程度に設置し、モードフィルタ14の中央部の高さ $h'$ は( $h/4$ )=31mm程度に設定する。

【0014】図3に空洞共振器の一部にスリットを設け、当該スリットを気密容器4に向けて設置する装置(特開昭63-103088号公報掲載)に適用した例を示す。マグネトロン1により、2.45GHzのマイクロ波を発生させ、矩形導波管2-1を経て円形導波管2-3に偏心して結合させる。円形導波管2-3とスリット板2-5とで囲まれた部分は、空洞共振器13を構成し、モードフィルタ14とにより、円形導波管2-3の直径 $D$ が大きくなってもTM01モードを安定に共振させる。共振により強くなった電磁界は、スリット板2-4に開けたスリットより石英板3を経て気密容器4に入力され、強く安定なプラズマを励起させる。空洞共振器13の直径 $D$ として400mmの時、その高さ $h$ は管内波長入 $g=126$ mmの約半分の63mm程度に設定し、モードフィルタ14の高さ $h'$ は( $h/8$ )=16mmより小さい値に設定する。モードフィルタ14は、TM01モードの電界の垂直になる様円形リング状の金属板で構成し、絶縁体15でこの金属板を支持する。図8の場合、空洞共振器13の断面積 $S=\pi D^2/4$ とスリット板2-4のスリット穴部の合計の面積 $S_0$ との比: $S_0/S$ は0.1~0.6の時、強く安定なプラズマを励起することができた。

【0015】なお、図4乃至図6でスリット板2-5に開ける穴の配置を最適化することにより、試料9の処置の均一性を大幅に改善できる。図4乃至図6では図8で示したコイル8は用いていないが、図4乃至図6にコイル8を追加した場合も、空洞共振器13内にモードフィルタ14を設置することにより同様な効果が得られる。また図4乃至図6の空洞共振器13としてTE11モードに共振させる場合には、モードフィルタ14としては図3に示すものを用い、図7に示す穴の開いたスリット板を用いることにより、同様な効果が得られる。

#### 【0016】

【発明の効果】本発明によれば、電磁波を入力する部分と出力する部分とを有する空洞共振器の部分に、モード

5

パスフィルタを設置することにより、空洞共振器の管径が自由空間波長の2倍以上の大きな値になった場合においても、モードの選択が安定に行うことができるため、安定で強い電磁界の出力による、安定で強いプラズマを得ることができる様になり、プラズマ処理の安定化、均一化、高速化が可能となる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のプラズマ処理装置の説明図である。

【図2】図1のA-A断面図である。

【図3】本発明のモードパスフィルタの一実施例の説明図である。

【図4】本発明の他の実施例のプラズマ処理装置の説明図である。

6

【図5】図4のA'-A'線断面図である。

【図6】図4のB視図である。

【図7】本発明のスリット板の一実施例の説明図である。

【図8】従来のプラズマ処理装置の説明図である。

【図9】管内波長と管径との管径を示す説明図である。

【図10】空洞共振器の説明図である。

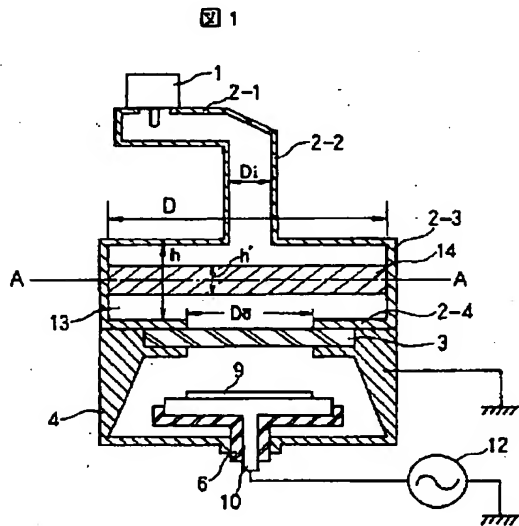
【図11】本発明の基本構成図である。

【図12】空洞共振器の説明図である。

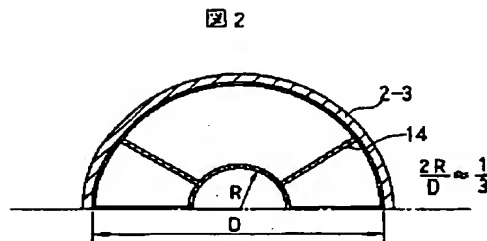
10 【符号の説明】

1…マイクロ波発生器、2-1…矩形導波管、2-2…矩形-円形変換導波管、2-3…円形導波管、2-4…穴付金属板、2-5…スリット板、13…空洞共振器、14…モードパルスフィルタ。

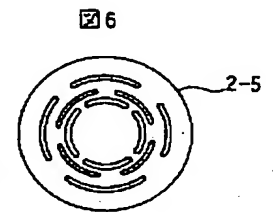
【図1】



【図2】

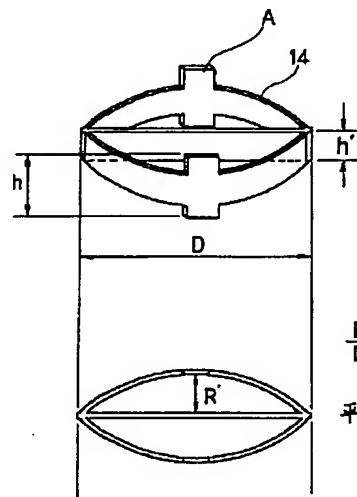


【図6】

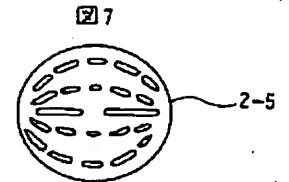


【図3】

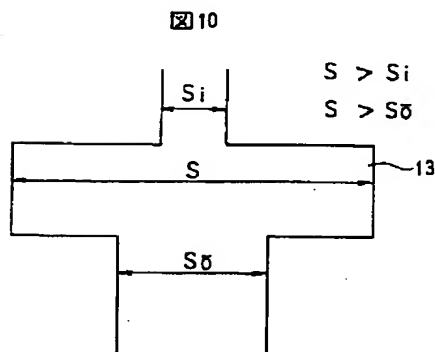
図3



【図7】



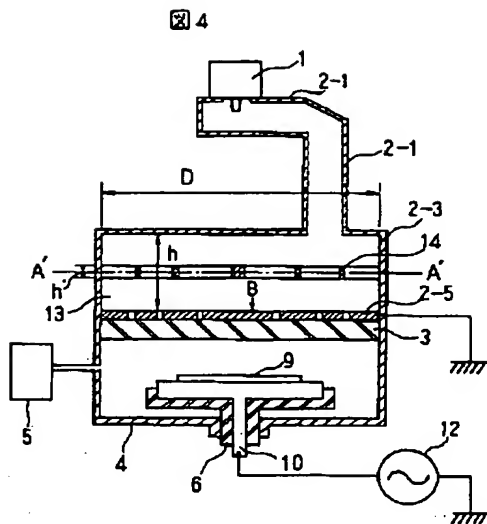
【図10】



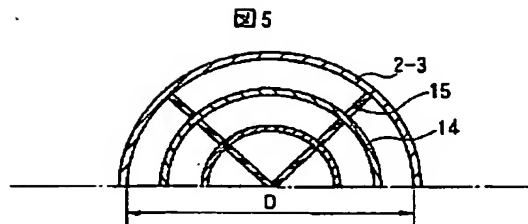
$$\frac{R'}{D} = 0.4 \sim 0.6$$

平面図

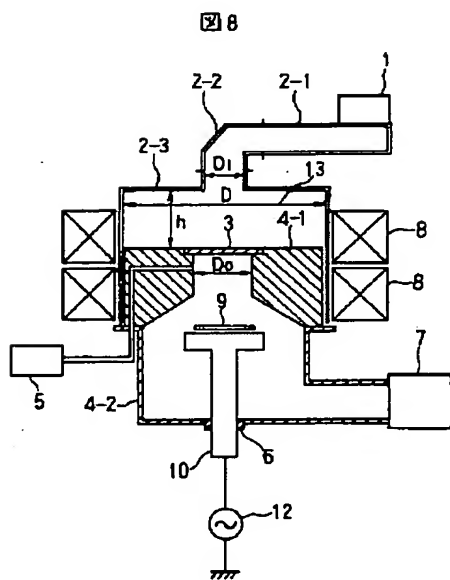
【図4】



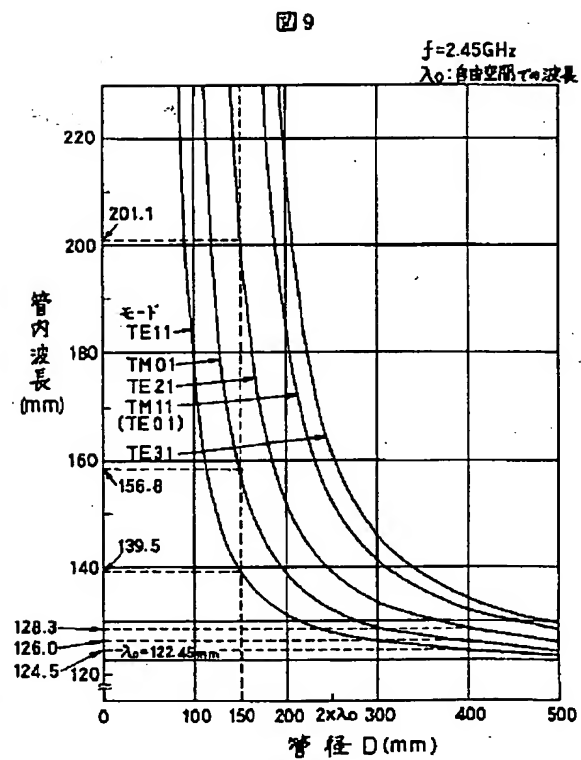
【図5】



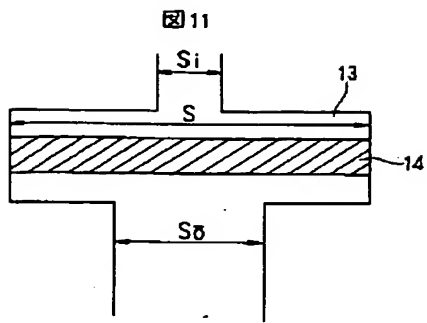
【図8】



【図9】



【図11】



【図12】

